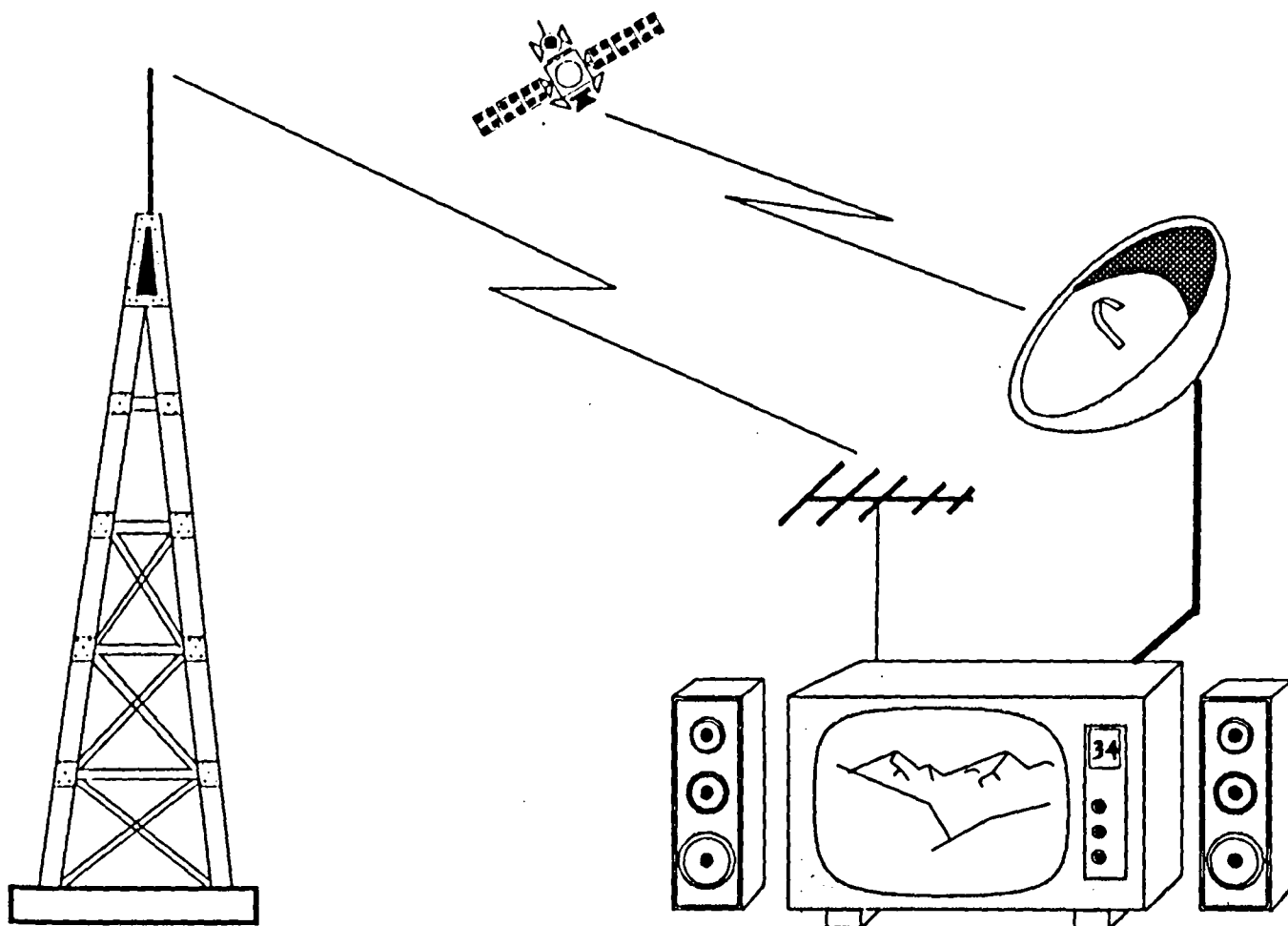




МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

РЕКОМЕНДАЦИИ МККР, 1992 г.

(Новые и пересмотренные на 15 сентября 1992 г.)



Серия RBT

ВЕЩАТЕЛЬНАЯ СЛУЖБА (ТЕЛЕВИДЕНИЕ)



МККР МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНСУЛЬТАТИВНЫЙ КОМИТЕТ ПО РАДИО

ISBN 92-61-04589-8



Женева, 1992 г.

© МСЭ 1992

Все права сохранены. Никакая часть данной публикации не может быть воспроизведена или использована в какой бы то ни было форме или с помощью каких-либо средств, электронных либо механических, включая изготовление фотокопий и микрофильмов, без письменного разрешения МСЭ.



Recommendation 601-3 (1992)

Encoding parameters of digital television for studios [Russian version]

Extract from the publication:

CCIR Recommendations: RBT series: Broadcasting Service (Television)
(Geneva: ITU, 1992), pp. 35-45

This electronic version (PDF) was scanned by the International Telecommunication Union (ITU) Library & Archives Service from an original paper document in the ITU Library & Archives collections.

La présente version électronique (PDF) a été numérisée par le Service de la bibliothèque et des archives de l'Union internationale des télécommunications (UIT) à partir d'un document papier original des collections de ce service.

Esta versión electrónica (PDF) ha sido escaneada por el Servicio de Biblioteca y Archivos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) a partir de un documento impreso original de las colecciones del Servicio de Biblioteca y Archivos de la UIT.

(ITU) للاتصالات الدولي الاتحاد في والمحفوظات المكتبة قسم أجراه الضوئي بالمسح تصوير نتاج (PDF) الإلكترونية النسخة هذه والمحفوظات المكتبة قسم في المتوفرة الوثائق ضمن أصلية ورقية وثيقة من نقلاً.

此电子版（PDF版本）由国际电信联盟（ITU）图书馆和档案室利用存于该处的纸质文件扫描提供。

Настоящий электронный вариант (PDF) был подготовлен в библиотечно-архивной службе Международного союза электросвязи путем сканирования исходного документа в бумажной форме из библиотечно-архивной службы МСЭ.

РЕКОМЕНДАЦИЯ 601-3

ПАРАМЕТРЫ КОДИРОВАНИЯ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ ДЛЯ СТУДИЙ

(Вопросы 25/11, 60/11 и 61/11)

(1982—1986—1990—1992)

МККР,

учитывая,

- a) что цифровые стандарты для студий, которые имеют наибольшее количество общих для 525- и 625-строчных систем значений основных параметров, представляют несомненные преимущества для телевизионных вещательных организаций и компаний по производству программ;
- b) что единообразный подход во всем мире к цифровому телевидению позволит разработать оборудование со многими общими характеристиками, обеспечит сокращение эксплуатационных расходов и будет способствовать международному обмену программами;
- c) что желательно иметь расширяемое семейство совместимых стандартов цифрового кодирования, отдельные стандарты которого могли бы соответствовать различным уровням качества, облегчить выполнение дополнительной обработки сигналов, требуемой современной технологией производства программ, и отвечать будущим потребностям;
- d) что цифровая система, основанная на кодировании отдельных видеосигналов, способна обеспечить достижение части, а возможно и всех, этих желательных целей;
- e) что пространственное совмещение отсчетов, представляющих сигнал яркости и цветоразностные сигналы (или сигналы красного, зеленого и синего, в случае их использования), облегчает обработку цифровых отдельных видеосигналов, требуемую современной технологией производства программ,

рекомендует

использовать в странах с 525- и 625-строчными системами в качестве основы стандартов цифрового кодирования для телевизионных студий следующее:

1. Раздельное кодирование

Цифровое кодирование должно основываться на использовании одного сигнала яркости и двух цветоразностных сигналов (или сигналов красного, зеленого и синего, в случае их использования).

Спектральные характеристики этих сигналов должны ограничиваться для предотвращения помех дискретизации, оставаясь неизменными в полосе пропускания. В случае использования одного сигнала яркости и двух цветоразностных сигналов, определенных в таблице 1, это можно обеспечить с помощью фильтров, описанных в приложении 2, рис. 2 и 3. В случае использования сигналов E'_R , E'_G , E'_B или сигнала яркости и цветоразностных сигналов, определенных в таблице 2, следует пользоваться характеристиками фильтров, показанными на рис. 2 приложения 2.

2. Расширяемое семейство совместимых стандартов цифрового кодирования

Цифровое кодирование должно способствовать созданию и развитию расширяемого семейства совместимых цифровых стандартов кодирования. Должна обеспечиваться возможность простого сопряжения любых двух стандартов семейства.

Стандарт семейства, предназначенный для стандартного цифрового стыка между основными цифровыми устройствами студии, а также для международного обмена программами (то есть для сопряжения с аппаратурой видеозаписи и с системой передачи), должен быть таким, как определено в § 4.

В стандарте более высокого уровня частоты дискретизации сигнала яркости и цветоразностных сигналов (или сигналов красного, зеленого и синего, в случае их использования) находятся в соотношении 4:4:4. Спецификация стандарта 4:4:4 приведена в § 5.

ТАБЛИЦА 1

Значения параметров кодирования стандарта 4:2:2

Параметры	Системы на 525 строк, 60 полей/с	Системы на 625 строк, 50 полей/с
1. Сигналы кодирования: Y, C_R, C_B	Эти сигналы получены из гамма-корректированных сигналов: $E'_Y, E'_R - E'_Y, E'_B - E'_Y$ (см. приложение 1, § 2)	
2. Число отсчетов в целой строке: — сигнал яркости (Y) — каждый цветоразностный сигнал (C_R, C_B)	858 429	864 432
3. Структура отсчетов	Ортогональная, периодическая по строкам, полям и кадрам; отсчеты, представляющие сигналы C_R и C_B в каждой строке, пространственно совмещены с нечетными (первым, третьим, пятым и т. д.) отсчетами, представляющими сигнал Y	
4. Частота дискретизации: — сигнал яркости — каждый цветоразностный сигнал	13,5 МГц 6,75 МГц Допуск на частоты дискретизации должен совпадать с допуском на частоту строк соответствующей системы цветного телевидения	
5. Вид кодирования	Линейная ИКМ с расходом 8 (факультативно 10) бит/отсчет для сигнала яркости и каждого цветоразностного сигнала	
6. Число отсчетов в цифровой активной части строки: — сигнал яркости — каждый цветоразностный сигнал	720 360	
7. Временное соотношение между аналоговыми и цифровыми сигналами в строке: — от конца цифровой активной части строки до 0_H	16 тактовых периодов сигнала яркости	12 тактовых периодов сигнала яркости
8. Соответствие между уровнями видеосигнала и уровнями квантования: — шкала — сигнал яркости — каждый цветоразностный сигнал	(См. § 3.4) (Значения десятичные) 0—255 Выделяется 220 уровней квантования, причем уровень черного соответствует уровню 16, а максимальный уровень белого -- уровню 235. Уровень сигнала иногда может превышать уровень 235 Выделяется 225 уровней квантования в центральной части шкалы квантования, причем нулевой уровень сигнала соответствует уровню 128	
9. Использование кодовых слов	Кодовые слова, соответствующие уровням квантования 0 и 255, используются исключительно для синхронизации. Уровни 1—254 выделены для видеосигналов	

3. Требования, предъявляемые к любому стандарту семейства

3.1 Структуры отсчетов должны быть пространственно неподвижны. Этому требованию удовлетворяет, например, ортогональная структура отсчета, описанная в § 4 для стандарта 4:2:2 и в § 5 для стандарта 4:4:4.

3.2 Если отсчеты представляют сигнал яркости и два одновременно передаваемых цветоразностных сигнала, то каждая пара отсчетов цветоразностных сигналов должна быть пространственно совмещена. Если отсчеты представляют сигналы красного, зеленого и синего, то они должны быть пространственно совмещены.

ТАБЛИЦА 2

Значения параметров кодирования стандарта 4:4:4

Параметры	Системы на 525 строк, 60 полей/с	Системы на 625 строк, 60 полей/с
1. Сигналы кодирования: Y, C_R, C_B или R, G, B	Эти сигналы получены из гамма-корректированных сигналов: $E'_Y, E'_R - E'_G, E'_B - E'_Y$ или E'_R, E'_G, E'_B	
2. Число отсчетов в целой строке для каждого сигнала	868	864
3. Структура отсчетов	Ортогональная, периодическая по строкам, полям и кадрам. Три структуры отсчетов должны быть пространственно совмещены друг с другом, а также со структурой отсчетов сигнала яркости стандарта 4:2:2	
4. Частота дискретизации каждого сигнала	13,5 МГц	
5. Вид кодирования	Линейная ИКМ с расходом 8 (факультативно 10) бит/отсчет	
6. Длительность цифровой активной части строки, выраженная числом отсчетов	720	
7. Соответствие между уровнями видеосигнала и уровнями кванто- вания с учетом 8 старших битов (СБ) для каждого отсчета: — шкала — сигналы R, G, B или сигнал яркости ⁽¹⁾ — каждый цветоразностный сигнал ⁽¹⁾	(См. § 3.4) (Значения десятичные) 0—255 Выделяется 220 уровней квантования, причем уровень черного соответствует уровню 16, а максимальный уровень белого — уровню 235. Уровень сигнала иногда может превышать уровень 235 Выделяется 225 уровней квантования в центральной части шкалы квантования, причем нулевой уровень сигнала соответствует уровню 128	

⁽¹⁾ В случае использования.

3.3 Каждый цифровой стандарт семейства должен создавать предпосылки для его международного признания и практического применения; одно из условий этого состоит в том, чтобы в каждом стандарте семейства число отсчетов в строке, задаваемое в 525- и 625-строчных системах, было совместимым (предпочтительно иметь одинаковое число отсчетов в строке).

3.4 При применении этих спецификаций содержание цифровых слов выражается как в десятичной, так и в шестнадцатеричной форме, обозначаемой индексами «d» и «h» соответственно.

Во избежание путаницы между представлением сигнала в виде 8-битового слова и 10-битового слова считается, что восемь старших битов составляют целую часть, а два дополнительных бита, если они имеются, составляют дробную часть.

Например, битовая последовательность 10010001 может быть представлена как 145_d или 91_h , а последовательность 1001000101 — как $145,25_d$ или $91,4_h$.

В случае если у числа нет дробной части, она имеет двоичное значение 00.

4. Значения параметров кодирования стандарта 4:2:2

Спецификация, представленная в таблице 1, относится к стандарту 4:2:2, который предназначен для стандартного цифрового стыка между основными цифровыми устройствами студии, а также для международного обмена программами.

5. Значения параметров кодирования стандарта 4:4:4

Спецификации, представленные в таблице 2, относятся к стандарту 4:4:4, пригодному для телевизионных датчиков и устройств высококачественной обработки сигналов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Определение сигналов, используемых в стандартах цифрового кодирования

1. Временное положение цифровой активной части строки опорного момента аналоговой строчной синхронизации

Временное положение цифровой активной части строки сигнала яркости, содержащей 720 отсчетов, относительно опорных моментов аналоговой строчной синхронизации в 625- и 525-строчных системах показано в таблице 3 и на рис. 1. Отсчет сигнала яркости пространственно совмещен с аналоговой опорной точкой 0_H строчной синхронизации.

Соответствующее число отсчетов цветоразностных сигналов можно получить путем деления числа отсчетов сигнала яркости на два. Интервалы (12, 132) и (16, 122) выбраны, исходя из симметрии, чтобы цифровая активная часть строки располагалась в интервале допустимых изменений. Они не входят в спецификацию цифровой строки и относятся только к аналоговым видеостыкам.

Числа отсчетов, указанные в скобках, относятся к 625-строчным системам, когда они отличаются от соответствующих чисел для 525-строчных систем.

2. Определение цифровых сигналов Y , C_R , C_B , формируемых из (аналоговых) сигналов основных цветов E'_R , E'_G , E'_B

В данном разделе с целью определения сигналов Y , C_R , C_B рассмотрены правила получения этих сигналов из аналоговых сигналов основных цветов E'_R , E'_G , E'_B . Формирование этих сигналов происходит в три этапа, описываемые в § 2.1, 2.2 и 2.3, ниже. Данный способ формирования приводится в качестве примера, а на практике идентичные результаты могут дать другие способы получения цифровых сигналов из сигналов основных цветов или других аналоговых или цифровых сигналов. Один из таких примеров приведен в § 2.4.

2.1 Формирование сигнала яркости (E'_Y) и цветоразностных сигналов ($E'_R - E'_Y$) и ($E'_B - E'_Y$)

Сигнал яркости и цветоразностные сигналы формируются следующим образом:

$$E'_Y = 0,299 E'_R + 0,587 E'_G + 0,114 E'_B$$

следовательно,

$$\begin{aligned} (E'_R - E'_Y) &= E'_R - 0,299 E'_R - 0,587 E'_G - 0,114 E'_B \\ &= 0,701 E'_R - 0,587 E'_G - 0,114 E'_B \end{aligned}$$

и

$$\begin{aligned} (E'_B - E'_Y) &= E'_B - 0,299 E'_R - 0,587 E'_G - 0,114 E'_B \\ &= 0,299 E'_R - 0,587 E'_G + 0,886 E'_B \end{aligned}$$

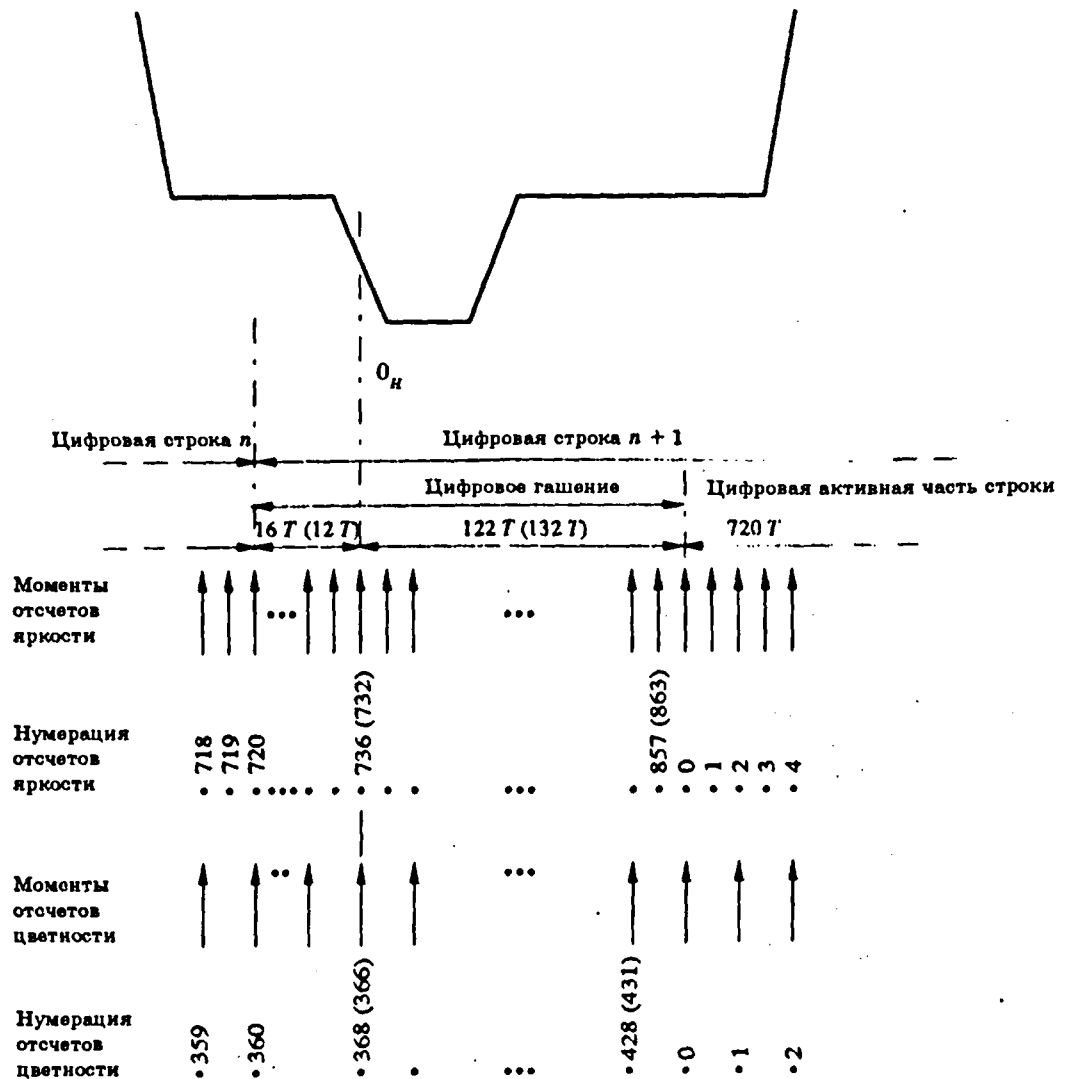
ТАБЛИЦА 3

Системы на 625 строк, 60 полей/с	122 T	720 T	16 T	
0_H (фронт строчного синхриимпульса, точка половинного размаха)		Цифровая активная часть строки		Следующая строка 0_H
Системы на 625 строк, 50 полей/с	132 T	720 T	12 T	

T: тактовый период дискретизации сигнала яркости (номинальное значение 74 нс).

РИСУНОК 1

Отношение между отсчетами видеосигналов и аналоговой строчной синхронизацией



Если значения сигналов привести к единице (например, принять максимальный уровень 1,0 В), то получим следующие значения для белого, черного и насыщенных основных и дополнительных цветов:

ТАБЛИЦА 4

Нормированные значения сигнала

Цвет	E'_R	E'_G	E'_B	E'_Y	$E'_R - E'_Y$	$E'_B - E'_Y$
Белый	1,0	1,0	1,0	1,0	0	0
Черный	0	0	0	0	0	0
Красный	1,0	0	0	0,299	0,701	-0,299
Зеленый	0	1,0	0	0,587	-0,587	-0,687
Синий	0	0	1,0	0,114	-0,114	0,886
Желтый	1,0	1,0	0	0,886	0,114	-0,886
Голубой	0	1,0	1,0	0,701	-0,701	0,299
Пурпурный	1,0	0	1,0	0,413	0,587	0,587

2.2 Формирование перенормированных цветоразностных сигналов (E'_{c_r} и E'_{c_b})

Поскольку значения сигнала E'_Y находятся в пределах от 1,0 до 0, то значения сигналов ($E'_R - E'_Y$) и ($E'_B - E'_Y$) изменяются от +0,701 до -0,701 и от +0,886 до -0,886 соответственно. Чтобы привести диапазон изменений цветоразностных сигналов к единице (то есть от +0,5 до -0,5), следует ввести коэффициенты:

$$K_R = \frac{0,5}{0,701} = 0,713; \quad K_B = \frac{0,5}{0,886} = 0,564$$

Тогда:

$$E'_{c_r} = 0,713 (E'_R - E'_Y) = 0,500 E'_R - 0,419 E'_G - 0,081 E'_B$$

и

$$E'_{c_b} = 0,564 (E'_B - E'_Y) = -0,169 E'_R - 0,331 E'_G + 0,500 E'_B,$$

где E'_{c_r} и E'_{c_b} — перенормированные красный и синий цветоразностные сигналы соответственно (см. примечания 1 и 2).

Примечание 1. — Символы E'_{c_r} и E'_{c_b} должны использоваться только для обозначения перенормированных цветоразностных сигналов, то есть имеющих такой же максимальный размах, что и сигнал яркости E'_Y ; следовательно, этот размах принимается в качестве опорного.

Примечание 2. — В условиях, при которых отдельные видеосигналы не приводятся к диапазону 1—0, например при формировании их из аналоговых отдельных сигналов с неравными размахами яркостного и цветоразностных сигналов, необходимо вводить дополнительный коэффициент усиления с соответствующим изменением коэффициентов K_R и K_B .

2.3 Квантование

В случае линейного 8-битового двоичного кодирования имеется 2^8 (то есть 256) равномерно распределенных уровней квантования, а двоичные числа находятся в диапазоне от 0000 0000 до 1111 1111 (от 00 до FF в шестнадцатеричной системе счисления), что соответствует эквивалентным десятичным числам от 0 до 255 включительно.

В системе кодирования по стандарту 4:2:2, описанной в данной Рекомендации, уровни 0 и 255 зарезервированы для синхрослов, а уровни от 1 до 254 выделены для видеосигналов.

Если для сигнала яркости выделить только 220 уровней, чтобы иметь рабочий запас, а черное разместить на уровне 16, то десятичное значение сигнала яркости \bar{Y} до квантования можно выразить как

$$\bar{Y} = 219 (E'_Y) + 16,$$

причем после квантования соответствующим номером уровня становится ближайшее целое значение.

Аналогичным образом, если для каждого цветоразностного сигнала выделить 225 уровней, а для нулевого уровня сигнала выбрать уровень 128, то десятичные значения цветоразностных сигналов \bar{C}_R и \bar{C}_B до квантования будут иметь следующие выражения:

$$\bar{C}_R = 224 [0,713 (E'_R - E'_Y)] + 128$$

и

$$\bar{C}_B = 224 [0,564 (E'_B - E'_Y)] + 128,$$

что при упрощении сводится к

$$\bar{C}_R = 160 (E'_R - E'_Y) + 128$$

и

$$\bar{C}_B = 126 (E'_B - E'_Y) + 128,$$

причем после квантования соответствующим номером уровня становится ближайшее целое значение.

Эквивалентные цифровые сигналы обозначены как Y , C_R и C_B .

2.4 Формирование сигналов Y , C_R , C_B путем квантования E'_{R_D} , E'_{G_D} , E'_{B_D}

В случае если отдельные цифровые видеосигналы формируются непосредственно из гамма-корректированных отдельных сигналов E'_{R_D} , E'_{G_D} , E'_{B_D} или генерируются непосредственно в цифровой форме, квантование и двоичное кодирование должны быть эквивалентны следующему:

$$E'_{R_D} \text{ (в цифровой форме)} = \text{int} (219 E'_R) + 16$$

$$E'_{G_D} \text{ (в цифровой форме)} = \text{int} (219 E'_G) + 16$$

$$E'_{B_D} \text{ (в цифровой форме)} = \text{int} (219 E'_B) + 16$$

Тогда:

$$Y = \frac{77}{256} E'_{R_D} + \frac{150}{256} E'_{G_D} + \frac{29}{256} E'_{B_D}$$

$$C_R = \frac{131}{256} E'_{R_D} - \frac{110}{256} E'_{G_D} + \frac{21}{256} E'_{B_D} + 128$$

$$C_B = -\frac{44}{256} E'_{R_D} - \frac{87}{256} E'_{G_D} + \frac{131}{256} E'_{B_D} + 128$$

В этих выражениях подобраны ближайшие целые коэффициенты по основанию 256. Чтобы получить отдельные сигналы Y , C_R , C_B стандарта 4:2:2, сигналы C_R , C_B стандарта 4:4:4, описанные выше, должны быть подвергнуты низкочастотной фильтрации и субдискретизации. Следует отметить, что между сигналами C_R , C_B , сформированными указанным способом, и цифровыми цветоразностными сигналами, полученными с использованием аналоговой фильтрации, предшествующей дискретизации, может существовать небольшое различие.

2.5 Ограничение сигналов Y , C_R , C_B

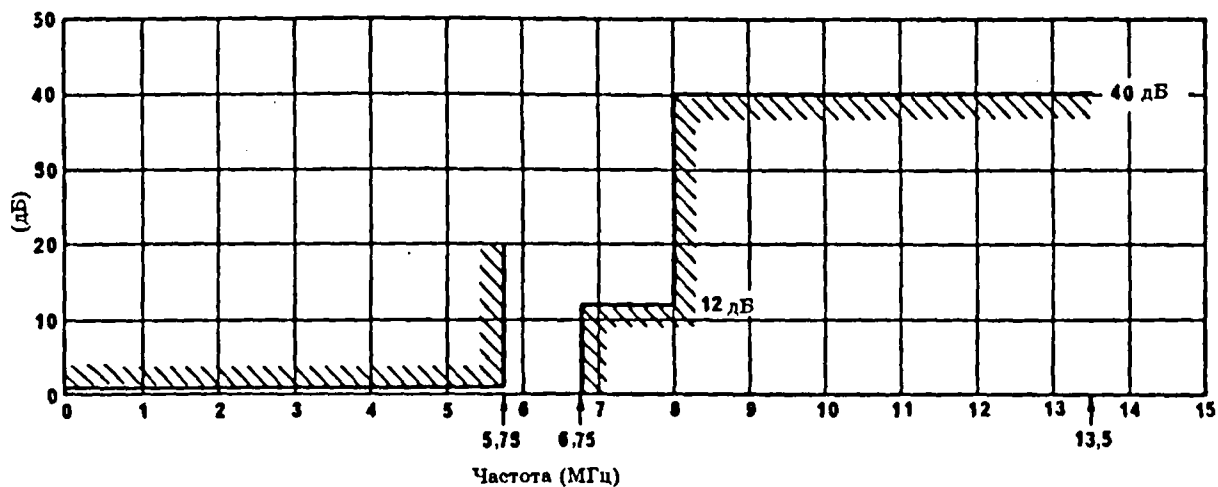
Цифровое кодирование в форме сигналов Y , C_R , C_B обеспечивает гораздо более широкий охват значений сигнала, чем он может быть обеспечен соответствующими сигналами R , G , B . По этой причине в результате электронного генерирования изображения или обработки сигнала могут получиться сигналы Y , C_R и C_B , которые, будучи пригодными в отдельности, при преобразовании в R , G и B приведут к превышению допустимых пределов. Удобным и эффективным способом избежать этого является ограничение сигналов Y , C_R и C_B до их преобразования в форму R , G и B . При этом ограничение может быть произведено таким образом, чтобы сохранить значения яркости и цветового тона при минимизации субъективного ухудшения изображения, которое сводится лишь к некоторой потере насыщенности.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

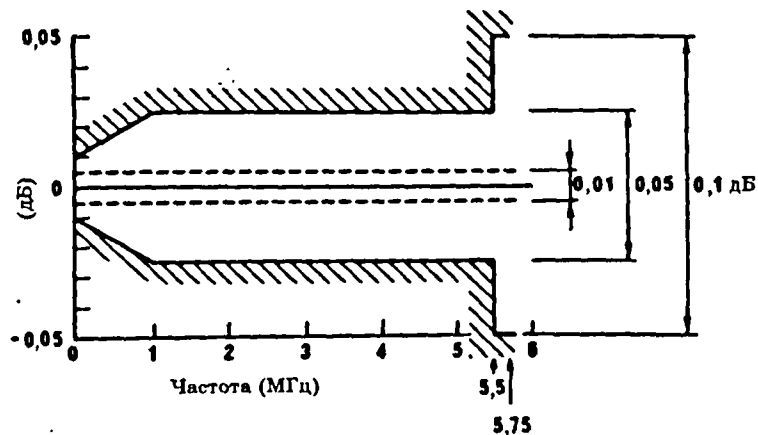
Характеристики фильтрации

РИСУНОК 2

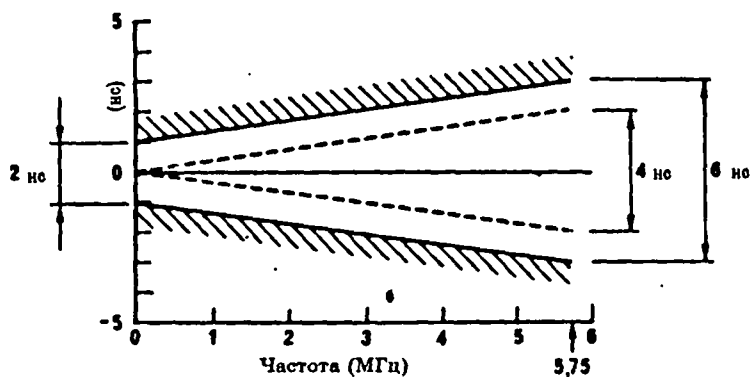
Характеристики яркостного или RGB фильтра
для частоты дискретизации 13,5 МГц



а) Поле допусков для частотной характеристики затухания (ЧХЗ)



б) Допуск на неравномерность ЧХЗ в полосе пропускания

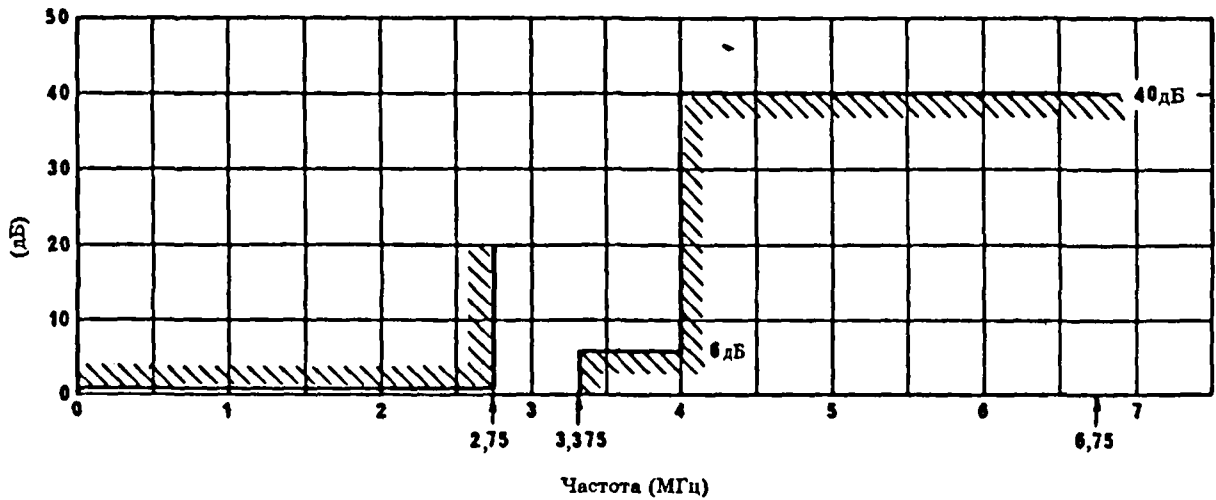


с) Допуск на неравномерность характеристики группового времени запаздывания в полосе пропускания

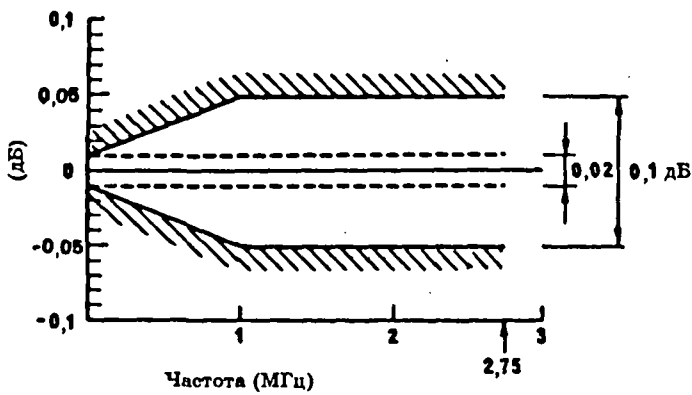
Примечание 1. — Наименьшие значения, указанные на рисунках б) и с), соответствуют 1 кГц (а не 0 МГц).

РИСУНОК 8

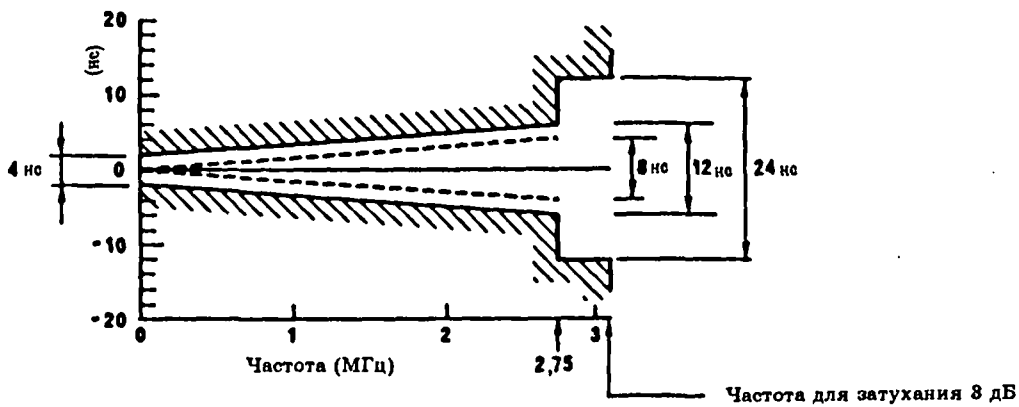
Характеристики цветоразностного фильтра для частоты дискретизации 6,75 МГц



а) Поле допусков для частотной характеристики затухания (ЧХЗ)



б) Допуск на неравномерность ЧХЗ в полосе пропускания

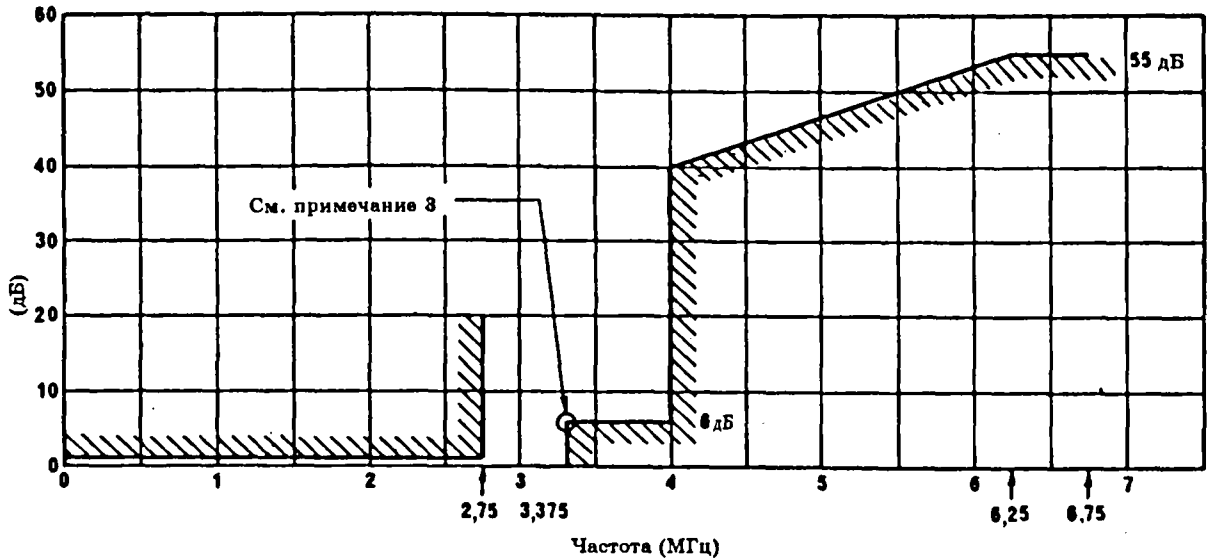


с) Допуск на неравномерность характеристики группового времени запаздывания в полосе пропускания

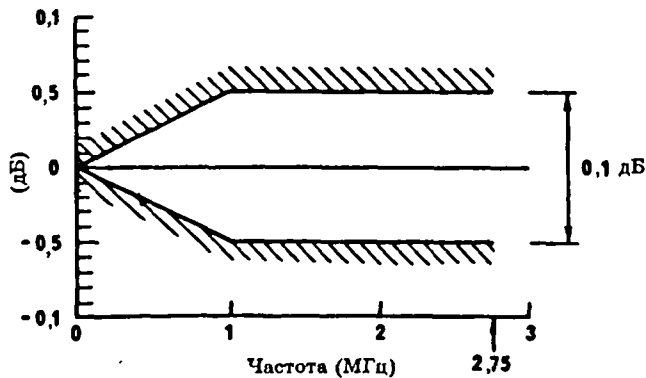
Примечание 1. — Наименьшие значения, указанные на рисунках б) и с), соответствуют 1 кГц (а не 0 МГц).

РИСУНОК 4

Характеристики цифрового фильтра,
предназначенного для передискретизации при преобразовании
цветоразностного сигнала стандарта 4:4:4 в цветоразностный
сигнал стандарта 4:2:2



а) Поле допусков для частотной характеристики затухания (ЧХЗ)



б) Допуск на неравномерность ЧХЗ в полосе пропускания

Примечания к рис. 2, 3 и 4

Примечание 1. — Допуски на неравномерность частотной характеристики затухания (ЧХЗ) и характеристики группового времени запаздывания (ГВЗ) нормализованы относительно соответствующих значений на частоте 1 кГц. Сплошные линии обозначают границы практических допусков, пунктирные — предлагаемые расчетные допуски.

Примечание 2. — При цифровом фильтре практические и расчетные допуски совпадают. Искажения характеристики ГВЗ отсутствуют, что обусловлено типом фильтра.

Примечание 3. — ЧХЗ (в линейном масштабе) цифрового фильтра (рис. 4) должна быть асимметричной относительно точки половинного уровня, как показано на рисунке.

Примечание 4. — Во всех предложениях по фильтрам, используемым при кодировании и декодировании, предполагается, что постфильтр после цифроаналогового преобразования одновременно обеспечивает коррекцию частотных искажений, обусловленных характеристикой типа (vip x/x) схемы дискретизации и запоминания.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Некоторые указания по практическому осуществлению фильтров,
рекомендуемых в приложении 2

Во всех предложениях по фильтрам, используемым в процессах кодирования и декодирования, предполагается, что постфильтр, используемый после цифро-аналогового преобразования, одновременно обеспечивает коррекцию частотных искажений, обусловленных характеристикой типа $(\sin x/x)$. Допуски на неравномерность в полосе пропускания фильтра с учетом корректора искажений типа $(\sin x/x)$ и теоретической характеристики типа $(\sin x/x)$ должны быть такими же, какие приведены только для фильтра. Этого проще всего достичь, если в процессе проектирования фильтра корректор с характеристикой $(\sin x/x)$ и схема коррекции задержки будут рассматриваться как единое целое.

Общие задержки, обусловленные фильтрацией и кодированием яркостной и цветоразностных составляющих, должны быть одинаковыми. Задержка в цветоразностном фильтре (рис. 3 приложения 2) вдвое превышает задержку в яркостном фильтре (рис. 2 приложения 2). Поскольку эти задержки трудно выравнять без превышения допуска на неравномерность в полосе пропускания с использованием аналоговых цепей задержки, рекомендуется, чтобы основная часть расхождения во времени сигнала яркости и цветоразностных сигналов (целократная периоду дискретизации) корректировалась в цифровой форме. При коррекции любого остаточного расхождения следует учитывать, что цепь дискретизации и запоминания в декодере вносит плоскую задержку, равную половине периода дискретизации.

Общепризнано, что допуск на неравномерность амплитудной характеристики затухания в полосе пропускания и группового времени запаздывания должен быть очень жестким. Проводимые исследования показывают, что это необходимо для выполнения значительного числа последовательных операций кодирования и декодирования без снижения потенциально высокого качества стандарта кодирования 4:2:2. Из-за ограничений эффективности доступного в настоящее время измерительного оборудования у производителей могут возникнуть трудности в обеспечении экономически оправданного соблюдения допусков на отдельные фильтры при их производстве. Тем не менее можно спроектировать фильтры, которые будут практически реализовывать специфицированные характеристики, и производителям следует предпринимать все усилия в условиях производства, чтобы настроить каждый фильтр под заданные шаблоны.

Характеристики, приведенные в приложении 2, были рассчитаны на максимальное сохранение спектральных характеристик сигналов Y, C_R, C_B на протяжении всего тракта раздельных видеосигналов. В то же время признается, что спектральные характеристики цветоразностных сигналов должны формироваться с помощью фильтров с плавным спадом, вводимых в видеомониторы или в конец тракта раздельных видеосигналов.
